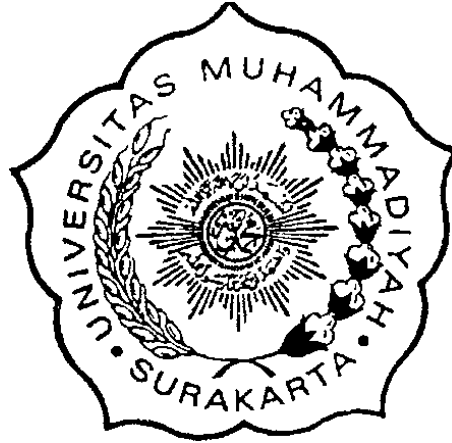


**ANALISIS ALIRAN BEBAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK
TENAGA DIESEL DI POWER PLANT PPSDM MIGAS CEPU**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata I pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik.**

Oleh :

TIARA NUR KARTIKO

D400170083

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS ALIRAN BEBAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
DIESEL DI POWER PLANT PPSDM MIGAS CEPU**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

TIARA NUR KARTIKO

D400170083

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Umar, S.T., M.T.', is written over a light blue circular stamp.

Umar, S.T., M.T

NIK : 731

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS ALIRAN BEBAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL DI POWER PLANT PPSDM MIGAS CEPU

Oleh

TIARA NUR KARTIKO

D400170083

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas
Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta Pada hari
Rabu, 30 Juni 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Umar, S.T., M.T
(Ketua Dewan Penguji)
2. Tindyo Prasetyo, S.T., M.T
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Aris Budiman, S.T., M.T
(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,

Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D

NIK. 892

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 8 Mei 2021

Penulis



TIARA NUR KARTIKO

D400170083

ANALISIS ALIRAN BEBAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA DIESEL DI POWER PLANT PPSDM MIGAS CEPU

Abstrak

Pembelajaran aliran beban sangat diperlukan analisa dan perhitungan pada sistem tenaga listrik. Perhitungan dan analisa pada beban digunakan untuk memperbaiki sistem agar lebih optimal. Pembelajaran, perhitungan, dan analisa aliran beban dapat dilakukan dalam berbagai metode seperti dengan melakukan perhitungan manual atau dengan software komputer. ETAP Power Station adalah software yang dapat digunakan dalam hal studi aliran beban. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan menganalisa jatuh tegangan dan rugi-rugi daya pada sistem jaringan. PPSDM MIGAS Cepu adalah salah satu industri yang menggunakan diesel sebagai Pembangkit Listrik untuk menyuplai seluruh beban. Beberapa beban yang ada diperlukan untuk menganalisa aliran beban dari Power Plant ke seluruh tempat. Analisa dan perhitungan beban dapat dihitung atau dianalisa menggunakan Software ETAP 12.6. Data pada penelitian ini diambil pada tahun 2020 dan masih dapat digunakan hingga sekarang. Sebelum menghitung dan menganalisa aliran beban, diperlukan membuat single line aliran beban. Setelah itu masukkan nilai-nilai dari masing beberapa komponen tersebut. Simulasi dapat dijalankan setelah semua data komponen sudah lengkap. Hasil simulasi diagram garis tunggal pada PPSDM Migas Cepu tersebut tidak ditemukan adanya jatuh tegangan yang melebihi 4% atau sesuai standard SPLN No. 72 tahun 1987. Total rugi-rugi daya aktif pada simulasi tersebut adalah 13,2 kW. Total rugi daya reaktif sebesar 31,2 kVar. Jatuh tegangan terbesar terdapat pada trafo 14 yaitu dari 98,8% ke 96,9% atau sebesar 1,90%. Sedangkan yang terkecil pada line 30, dimana dari 96,1% ke 96,0%, atau 0,02.

Kata kunci : Aliran beban, ETAP, Generator, Power Plant, Boiler, Water Treatment

Abstract

Load flow learning is very necessary for analysis and calculation of the electric power system. Calculations and analysis on the load are used to improve the system to be more optimal. Learning, calculation, and load flow analysis can be done in various methods such as by performing manual calculations or by using computer software. ETAP Power Station is a software that can be used in terms of load flow studies. The purpose of this research is to evaluate and analyze the voltage drop and power losses in the network system. PPSDM MIGAS Cepu is one of the industries that uses diesel as a power plant to supply all loads. Several existing loads are needed to analyze the load flow from the Power Plant to all places. Analysis and calculation of the load can be calculated or analyzed using ETAP 12.6 Software. The data in this study were taken in 2020 and can still be used today. Before calculating and analyzing the load flow, it is necessary to create a single line load flow. After that enter the values of each of these components. The simulation can be run after all component data is complete. The results of the single-line diagram simulation on the Cepu Oil and Gas PPSDM did not find any voltage drop that exceeded 4% or according to the SPLN No. standard. 72 of 1987. The total active power losses in the simulation are 13.2 kW. The total reactive power

loss is 31.2 kVar. The largest voltage drop is found in transformer 14, from 98.8% to 96.9% or 1.90%. While the smallest is on line 30, which is from 96.1% to 96.0%, or 0.02.

Keywords: Load flow, ETAP, Generator, Power Plant, Boiler, Water Treatment

1. PENDAHULUAN

PLTD atau Pembangkit Listrik Tenaga Diesel merupakan pembangkit listrik dimana *prime over* atau penggerak pemula sebagai penggerak inti dari pembangkit listrik. *Prime over* sendiri berfungsi sebagai penggerak rotor generator. PPSDM Migas Cepu sendiri menggunakan PLTD sebagai pembangkit listrik. Analisa aliran beban adalah analisa yang digunakan untuk mengetahui kondisi sistem tenaga listrik, kondisi tersebut dalam kondisi yang dapat ditolerir atau tidak. Studi analisa aliran beban juga berguna untuk memantau kondisi kedepannya, perlu diperbarui atau tidak, serta meningkatkan kondisi proteksi dalam sistem aliran daya pada PPSDM Migas Cepu. Analisa aliran beban dapat dilakukan atau dapat disimulasikan pada aplikasi ETAP. ETAP merupakan *Electrical Transient Analysis Program* atau aplikasi analisis untuk menganalisis kelistrikan secara keseluruhan.

Analisis jaringan distribusi dan perencanaan jaringan distribusi sangat penting dilakukan hal ini disebabkan karena penyebaran luasan listrik baru teknologi (G. Gruosso dan P. Maffezzoni, 2018). Penetrasi generasi terdistribusi mempunyai dampak pada jaringan distribusi dialiran beban, profil tegangan, keandalan, kehilangan daya, dan lain-lain. Setelah dampak dan tipikal struktur pembangkit terdistribusi yang terhubung ke jaringan dianalisis, sapuan ke belakang atau ke depan metode perhitungan aliran beban dari jaringan distribusi diaplikasikan juga generasi terdistribusi (Hua Shao, 2018). Koneksi generasi terdistribusi (DG) di jaringan distribusi bertambah. Kenaikan tegangan di jaringan distribusi disebabkan koneksi pembangkitan terdistribusi. Penulisan ini mempersembahkan analisis jelas tentang bagaimana kenaikan tegangan pada jaringan distribusi karena penetrasi pembangkitan terdistribusi (M.A.Mahmud, 2011) Pelajaran aliran beban yaitu analisa dan perhitungan tegangan, arus, daya aktif, faktor daya dan daya reaktif yang terjadi pada berbagai tempat dalam sebuah jaringan sistem tenaga listrik dalam kondisi pengoperasian normal, baik yang sedang berjalan maupun yang diharap menjadi hal berguna bagi masa mendatang (Cahyo Kumolo, 2016). Informasi

tentang level tegangan (V) dan sudut fasa tegangan (δ) di setiap bus dalam kondisi steady-state dapat didapatkan lewat analisa aliran. Ini penting karena besarnya tegangan bus wajib dipertahankan dalam batas yang ditentukan. Besar dan deviasi daya reaktif (Q) dan nyata (P) yang melalui setiap saluran dapat dihitung setelah sudut dan level tegangan bus dihitung menggunakan aliran daya (OMAZAKI.com). Analisa aliran beban atau *load flow* adalah analisa perhitungan guna mencari nilai tegangan, arus, dan daya pada tiap-tiap titik atau bus. (Pramesti Kusumaningtyas, 2010).

2. METODE

Penelitian ini akan dilaksanakan di PPSDM MIGAS Cepu. Penelitian dilakukan dengan tahap awal konsultasi judul dengan dosen pembimbing, studi literature, pembuatan proposal, pengambilan data, menganalisis hasil secara keseluruhan, dan pembuatan laporan tugas akhir.

2.1 Studi Literatur

Tahap ini dilakukan dengan pencarian referensi-referensi sebagai penunjang untuk penelitian yang dilakukan, studi literature dapat bersumber dari buku, penelitian sebelumnya, jurnal ilmiah, maupun thesis yang berkaitan dengan materi penelitian.

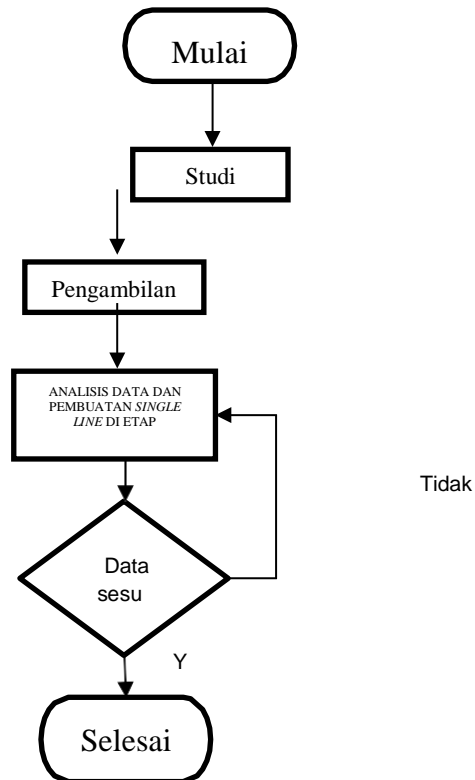
2.2 Pengumpulan Data

Data yang akan diambil adalah data dari Power Plant, yaitu sudah meliputi semua beban di PPSDM MIGAS, mulai dari beban terendah sampai tertinggi. Pengambilan data dimulai dari spesifikasi generator, data generator, dan data semua beban yaitu seperti Kilang, Boiler, Power Plant, dan Water Treatment.

2.3 Pengolahan Data

Pengolahan data penelitian ini diarahkan untuk mengolah informasi dan data yang diperoleh dari berbagai sumber yang ada. Pengolahan data disesuaikan dengan pembahasan yang ada. Langkah selanjutnya dari pengolahan data ini adalah mendata seluruh sistem distribusi tegangan listrik di Power Plant dan membuat *single line* yang meliputi semua beban di PPSDM MIGAS Cepu.

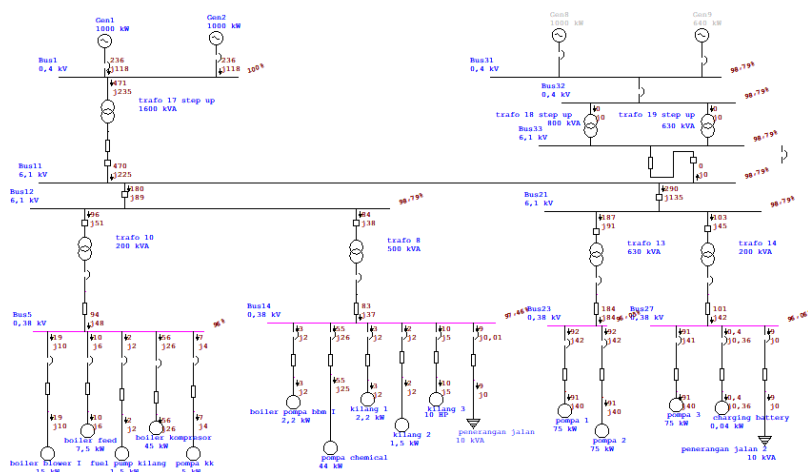
2.4 Alur Penelitian



Gambar1. Alur / Flowchart penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aliran beban dari generator hingga ke beban telah disimulasikan pada ETAP 12.6. Simulasi ini sudah sesuai dengan PPSDM MIGAS Cepu pada tahun 2020 yang telah saya rekap pada saat Kuliah Praktek. Hasil diagram satu garis waktu beroperasi dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar2. Diagram satu garis PPSDM Migas Cepu.

Gambar diatas adalah diagram satu garis saat simulasi berjalan. Semua komponen termasuk kabel dan aliran daya tidak mengalami gangguan atau dalam kondisi optimal. Dari generator 1 dan generator 2 yang merupakan sumber tegangan, hingga ke beban tidak mengalami kondisi jatuh yang begitu besar. Simulasi diatas tidak mengalami jatuh tegangan atau sesuai Standard SPLN Nomor 72 tahun 1987, karena pada simulasi tersebut tidak ada yang berwarna merah atau dalam keadaan kritis. Warna ungu sendiri merupakan kondisi marginal atau dapat ditoleransi. Kondisi tidak berwarna berarti dalam kondisi aman. Pada PPSDM MIGAS Cepu sumber tegangan menggunakan 4 buah generator, namun yang aktif hanya generator 1 dan generator 2. Generator masing-masing memiliki tegangan sebesar 0,4 KV dan daya sebesar 1000 KW. Berikut adalah hasil dari loadflow report dari single line diatas.

LOAD FLOW REPORT

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow					XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap	
* Bus 1	0.400	100.000	0.0	0.472	0.236	0	0	Bus 2	0.472	0.236	761.5	89.4		
Bus 2	6.100	98.801	-1.0	0	0	0	0	Bus 11	0.470	0.225	49.9	90.2		
								Bus 1	-0.470	-0.225	49.9	90.2		
Bus 4	0.380	96.840	-1.6	0	0	0	0	Bus 5	0.095	0.050	168.2	88.7		
								Bus 12	-0.095	-0.050	168.2	88.7		
Bus 5	0.380	95.456	-2.2	0	0	0	0	Bus 4	-0.094	-0.048	168.2	89.1		
								Bus 6	0.019	0.010	34.5	88.1		
								Bus 7	0.010	0.006	17.9	86.5		
								Bus 8	0.002	0.002	4.3	82.7		
								Bus 9	0.056	0.026	99.0	90.6		
								Bus 10	0.007	0.004	12.6	85.5		
Bus 6	0.380	95.188	-2.3	0	0	0.019	0.010	Bus 5	-0.019	-0.010	34.5	88.2		
Bus 7	0.380	95.314	-2.3	0	0	0.010	0.006	Bus 5	-0.010	-0.006	17.9	86.6		
Bus 8	0.380	95.420	-2.2	0	0	0.002	0.002	Bus 5	-0.002	-0.002	4.3	82.7		
Bus 9	0.380	94.721	-2.5	0	0	0.056	0.026	Bus 5	-0.056	-0.026	99.0	90.8		
Bus 10	0.380	95.321	-2.2	0	0	0.007	0.004	Bus 5	-0.007	-0.004	12.6	85.6		
Bus 11	6.100	98.786	-1.0	0	0	0	0	Bus 2	-0.470	-0.225	49.9	90.2		
								Bus 33	0.000	0.000	0.0	-98.6		
								Bus 12	0.180	0.090	19.3	89.5		
								Bus 21	0.290	0.135	30.7	90.6		
Bus 12	6.100	98.786	-1.0	0	0	0	0	Bus 13	0.084	0.038	8.8	90.9		
								Bus 4	0.096	0.052	10.5	88.2		
								Bus 11	-0.180	-0.090	19.3	89.5		
Bus 13	0.380	98.153	-1.2	0	0	0	0	Bus 14	0.083	0.038	141.4	91.1		
								Bus 12	-0.083	-0.038	141.4	91.1		
Bus 14	0.380	97.459	-1.5	0	0	0	0	Bus 13	-0.083	-0.037	141.4	91.3		
								Bus 15	0.003	0.002	5.9	83.6		
								Bus 16	0.055	0.026	94.8	90.5		
								Bus 17	0.003	0.002	5.9	83.6		
								Bus 18	0.002	0.002	4.2	82.7		
								Bus 19	0.010	0.005	17.4	87.1		
								Bus 20	0.009	0.000	14.8	100.0		
Bus 15	0.380	97.395	-1.6	0	0	0.003	0.002	Bus 14	-0.003	-0.002	5.9	83.6		
Bus 16	0.380	96.754	-1.9	0	0	0.055	0.025	Bus 14	-0.055	-0.025	94.8	90.8		
Bus 17	0.380	97.379	-1.6	0	0	0.003	0.002	Bus 14	-0.003	-0.002	5.9	83.6		
Bus 18	0.380	97.400	-1.6	0	0	0.002	0.002	Bus 14	-0.002	-0.002	4.2	82.7		

Bus		Voltage		Generation		Load		Load Flow				XFMR	
ID	kV	% Mag.	Ang.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%PF	%Tap
Bus19	0.380	97.185	-1.6	0	0	0.010	0.005	Bus14	-0.010	-0.005	17.4	87.2	
Bus20	0.380	97.417	-1.6	0	0	0.009	0.000	Bus14	-0.009	0.000	14.8	100.0	
Bus21	6.100	98.786	-1.0	0	0	0	0	Bus22	0.187	0.091	19.9	90.0	
								Bus26	0.103	0.045	10.8	91.7	
								Bus11	-0.290	-0.135	30.7	90.6	
Bus22	0.380	97.637	-1.4	0	0	0	0	Bus23	0.186	0.088	319.6	90.3	
								Bus21	-0.186	-0.088	319.6	90.3	
Bus23	0.380	96.051	-2.1	0	0	0	0	Bus22	-0.184	-0.084	319.6	90.9	
								Bus24	0.092	0.042	159.8	90.9	
								Bus25	0.092	0.042	159.8	90.9	
Bus24	0.380	94.481	-2.9	0	0	0.091	0.040	Bus23	-0.091	-0.040	159.8	91.4	
Bus25	0.380	94.481	-2.9	0	0	0.091	0.040	Bus23	-0.091	-0.040	159.8	91.4	
Bus26	0.380	96.882	-1.7	0	0	0	0	Bus27	0.101	0.043	172.7	92.2	
								Bus21	-0.102	-0.043	172.7	92.2	
Bus27	0.380	96.055	-2.1	0	0	0	0	Bus26	-0.101	-0.042	172.7	92.5	
								Bus28	0.091	0.041	158.5	91.1	
								Bus29	0.000	0.000	0.9	74.3	
								Bus30	0.009	0.000	14.6	100.0	
Bus28	0.380	95.279	-2.5	0	0	0.091	0.040	Bus27	-0.091	-0.040	158.5	91.4	
Bus29	0.380	96.054	-2.1	0	0	0	0	Bus27	0.000	0.000	0.9	74.3	
Bus30	0.380	96.034	-2.2	0	0	0.009	0.000	Bus27	-0.009	0.000	14.6	100.0	
Bus31	0.400	98.786	-1.0	0	0	0	0	Bus32	0.000	0.000	0.0	0.0	
Bus32	0.400	98.786	-1.0	0	0	0	0	Bus33	0.000	0.000	0.0	0.0	
								Bus33	0.000	0.000	0.0	0.0	
								Bus31	0.000	0.000	0.0	0.0	
Bus33	6.100	98.786	-1.0	0	0	0	0	Bus11	0.000	0.000	0.0	-98.6	
								Bus32	0.000	0.000	0.0	0.0	
								Bus32	0.000	0.000	0.0	0.0	

Gambar 3. Tabel analisis load flow

Hasil simulasi diagram satu garis tersebut aliran daya yang mengalir dari sumber tegangan ke beban, per bus mempunyai besar tegangan yang hampir sama karena yang bekerja hanya trafo 17, trafo 8, trafo 10, trafo 13, dan trafo 14. Tegangan primer bernilai 6,1 kV yaitu terdapat pada trafo step up, yaitu trafo 17. Tegangan sekunder bernilai 0,4 kV. Namun ada beberapa bus yang tidak aktif, yaitu bus 31, bus 32, dan bus 33. Hal ini dikarenakan generator 8 dan generator 9 tidak aktif.

Branch Losses Summary Report

CKT / Branch	From-To Bus Flow		To-From Bus Flow		Losses		% Bus Voltage		Vd % Drop in Vmag
ID	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	From	To	
trafo 17 step up	0.472	0.236	-0.470	-0.225	1.8	10.7	100.0	98.8	1.20
Line2	0.470	0.225	-0.470	-0.225	0.0	0.1	98.8	98.8	0.02
Line3	0.095	0.050	-0.094	-0.048	0.8	1.7	96.8	95.5	1.38
trafo 10	-0.095	-0.050	0.096	0.052	1.4	2.0	96.8	98.8	1.95
Line9	0.019	0.010	-0.019	-0.010	0.0	0.1	95.5	95.2	0.27
Line10	0.010	0.006	-0.010	-0.006	0.0	0.0	95.5	95.3	0.14
Line12	0.002	0.002	-0.002	-0.002	0.0	0.0	95.5	95.4	0.04
Line13	0.056	0.026	-0.056	-0.026	0.3	0.5	95.5	94.7	0.74
Line14	0.007	0.004	-0.007	-0.004	0.0	0.0	95.5	95.3	0.13
Line31	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0	98.8	98.8	0.00
trafo 8	0.084	0.038	-0.083	-0.038	0.4	0.6	98.8	98.2	0.63
Line15	0.083	0.038	-0.083	-0.037	0.4	0.7	98.2	97.5	0.69
Line17	0.003	0.002	-0.003	-0.002	0.0	0.0	97.5	97.4	0.06
Line18	0.055	0.026	-0.055	-0.025	0.3	0.5	97.5	96.8	0.71
Line19	0.003	0.002	-0.003	-0.002	0.0	0.0	97.5	97.4	0.08
Line20	0.002	0.002	-0.002	-0.002	0.0	0.0	97.5	97.4	0.06
Line21	0.010	0.005	-0.010	-0.005	0.0	0.0	97.5	97.2	0.27
Line23	0.009	0.000	-0.009	0.000	0.0	0.0	97.5	97.4	0.04
trafo 13	0.187	0.091	-0.186	-0.088	1.6	2.3	98.8	97.6	1.15
trafo 14	0.103	0.045	-0.102	-0.043	1.4	2.1	98.8	96.9	1.90
Line24	0.186	0.088	-0.184	-0.084	1.9	3.8	97.6	96.1	1.59
Line25	0.092	0.042	-0.091	-0.040	1.0	1.9	96.1	94.5	1.57
Line26	0.092	0.042	-0.091	-0.040	1.0	1.9	96.1	94.5	1.57
Line27	0.101	0.043	-0.101	-0.042	0.6	1.1	96.9	96.1	0.83
Line28	0.091	0.041	-0.091	-0.040	0.5	0.9	96.1	95.3	0.78
Line29	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0	96.1	96.1	0.00
Line30	0.009	0.000	-0.009	0.000	0.0	0.0	96.1	96.0	0.02
trafo 18 step up	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0	98.8	98.8	0.00
trafo 19 step up	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0	0.0	98.8	98.8	0.00
					13.2	31.2			

Gambar 4. Tabel rugi-rugi daya

Gambar 4 tersebut adalah hasil simulasi yang memperlihatkan rugi-rugi daya tiap komponen kabel dan trafo. Tiap-tiap komponen memiliki jatuh tegangannya masing-masing. Dalam hasil simulasi tabel tersebut bisa dilihat bahwa :

1. Suplai daya pada Trafo 17 step up untuk daya aktif sebesar 0,472 MW dan daya reaktif sebesar 0,236 MVar. Sedangkan rugi daya aktif sebesar 1,8 kW dan rugi daya reaktif sebesar 10,7 kVar. Jatuh tegangan pada trafo 17 sebesar 1,2% atau 0,048 kV.

2. Suplai daya pada line 2 sama dengan trafo 17. Hal ini terjadi karena Trafo 17 dan line 2 sama-sama terdapat pada bus 2. Tetapi, pada line 2 mengalami rugi daya reaktif sebesar 0,1 kVar. Jatuh tegangan pada line 2 sebesar 0,02% atau 0,0008 kV.
3. Suplai daya pada Line 3 up untuk daya aktif sebesar 0,095 MW dan daya reaktif sebesar 0,050 MVar. Sedangkan pada line 3 mengalami rugi daya aktif sebesar 0,8 kW dan rugi daya reaktif sebesar 1,7 kVar. Jatuh tegangan pada line 3 sebesar 1,38% atau 0,055 kV.
4. Suplai daya pada Trafo 10 untuk daya aktif sebesar 1,4 kW dan rugi daya reaktif sebesar 2,0 kVar. Jatuh tegangan pada trafo 10 sebesar 1,95% atau 0,078 kV.
5. Suplai daya pada Line 9 untuk daya aktif sebesar 0,019 MW dan daya reaktif sebesar 0,010 MVar. Tetapi pada line 9 tidak mengalami rugi daya aktif atau 0 kW, tetapi mengalami rugi daya reaktif sebesar 0,1 kVar. Jatuh tegangan pada line 9 sebesar 0,27% atau 0,0108 kV.
6. Suplai daya pada line 10 untuk daya aktif sebesar 0,010 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,060 MVar. Line 10 tidak mengalami rugi daya aktif maupun rugi daya reaktif. Jatuh tegangan pada line 10 sebesar 0,14% atau 0,0056 kV.
7. Suplai daya pada line 12 untuk daya aktif sebesar 0,010 MW dan daya reaktif sebesar 0,002 MVar. Tetapi pada line 12 tidak mengalami rugi daya aktif maupun rugi daya reaktif. Jatuh tegangan pada line 12 sebesar 0,04% atau 0,00016 kV.
8. Suplai daya pada line 13 untuk daya aktif sebesar 0,056 MW dan daya reaktif sebesar 0,026 MVar. Sedangkan pada line 13 mengalami rugi daya aktif sebesar 0,3 kW, dan mengalami rugi daya reaktif sebesar 0,5 kVar. Jatuh tegangan pada line 13 sebesar 0,74% atau 0,0296 kV.
9. Suplai daya pada line 14 untuk daya aktif sebesar 0,007 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,004 MVar. Line 14 tidak mengalami rugi daya aktif maupun rugi daya reaktif. Jatuh tegangan pada line 14 sebesar 0,13% atau 0,0052 kV.
10. Suplai daya pada Trafo 8 untuk daya aktif sebesar 0,084 MW dan mempunyai

daya reaktif sebesar 0,038 MVar. Sedangkan pada trafo 8 mengalami rugi daya aktif sebesar 0,4 kW dan rugi daya reaktif sebesar 0,6 kVar. Jatuh tegangan pada trafo 8 sebesar 0,63% atau 0,025 kV.

11. Suplai daya pada line 15 untuk daya aktif sebesar 0,083 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,038 MVar. Sedangkan pada line 15 mengalami rugi daya aktif sebesar 0,4 kW, dan mengalami rugi daya reaktif sebesar 0,7 kVar. Jatuh tegangan pada line 15 sebesar 0,69% atau 0,0276 kV.
12. Suplai daya pada line 17 untuk daya aktif sebesar 0,003 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,002 MVar. Tetapi pada line 17 tidak mengalami rugi daya aktif maupun reaktif. Jatuh tegangan pada line 17 sebesar 0,06% atau 0,0024 kV.
13. Suplai daya pada line 18 untuk daya aktif sebesar 0,055 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,026 MVar. Sedangkan pada line 18 mengalami rugi daya aktif sebesar 0,3 kW, dan mengalami rugi daya reaktif sebesar 0,5 kVar. Jatuh tegangan pada line 18 sebesar 0,71% atau 0,0284 kV.
14. Suplai daya pada line 14 untuk daya aktif sebesar 0,003 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,002 MVar. Sedangkan pada line 19 tidak mengalami rugi daya aktif maupun reaktif. Jatuh tegangan pada line 19 sebesar 0,08% atau 0,0032 kV.
15. Suplai daya pada line 20 untuk daya aktif sebesar 0,002 MW dan daya reaktif sebesar 0,002 MVar. Tetapi pada line 20 tidak mengalami rugi daya aktif maupun reaktif. Jatuh tegangan pada line 20 sebesar 0,06% atau 0,0024 kV.
16. Suplai daya pada line 21 untuk daya aktif sebesar 0,010 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,005 MVar. Sedangkan pada line 21 tidak mengalami rugi daya aktif maupun reaktif. Jatuh tegangan pada line 21 sebesar 0,27% atau 0,0108 kV.
17. Suplai daya pada line 123 untuk daya aktif sebesar 0,009 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0 MVar. Tetapi pada line 23 tidak mengalami rugi daya aktif maupun reaktif. Jatuh tegangan pada line 23 sebesar 0,04% atau 0,0296 kV.
18. Suplai daya pada trafo 13 untuk daya aktif sebesar 0,187 MW dan mempunyai

daya reaktif sebesar 0,091 MVar. Sedangkan pada trafo 13 mengalami rugi daya aktif sebesar 1,6 kW dan rugi daya reaktif sebesar 2,3 kVar. Jatuh tegangan pada trafo 13 sebesar 1,15% atau 0,046 kV.

19. Suplai daya pada trafo 14 untuk daya aktif sebesar 0,103 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,045 MVar. Sedangkan pada trafo 14 mengalami rugi daya aktif sebesar 1,4 kW dan rugi daya reaktif sebesar 2,1 kVar. Jatuh tegangan pada trafo 14 sebesar 1,9% atau 0,076 kV.
20. Suplai daya pada line 24 untuk daya aktif sebesar 0,186 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,088 MVar. Sedangkan ada line 24 mengalami rugi daya aktif sebesar 1,9 kW, dan mengalami rugi daya reaktif sebesar 3,8 kVar. Jatuh tegangan pada line 24 sebesar 1,59 % atau 0,063 kV.
21. Suplai daya pada line 25 untuk daya aktif sebesar sebesar 0,092 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,042 MVar. Sedangkan ada line 25 mengalami rugi daya aktif sebesar 1,0 kW, dan mengalami rugi daya reaktif sebesar 1,9 kVar. Jatuh tegangan pada line 25 sebesar 1,57 % atau 0,0628 kV.
22. Suplai daya pada line 26 untuk daya aktif sebesar 0,092 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,042 MVar. Sedangkan line 26 mengalami rugi daya aktif sebesar 1,0 kW, dan mengalami rugi daya reaktif sebesar 1,9 kVar. Jatuh tegangan pada line 26 sebesar 1,57 % atau 0,0628 kV.
23. Suplai daya pada line 27 untuk daya aktif sebesar 0,101 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,043 MVar. Sedangkan pada line 27 mengalami rugi daya aktif sebesar 0,6 kW, dan mengalami rugi daya reaktif sebesar 1,1 kVar. Jatuh tegangan pada line 27 sebesar 0,83 % atau 0,033 kV.
24. Suplai daya pada line 14 untuk daya aktif sebesar 0,091 MW dan mempunyai daya reaktif sebesar 0,041 MVar. Sedangkan pada line 28 mengalami rugi daya aktif sebesar 0,5 kW, dan mengalami rugi daya reaktif sebesar 0,9 kVar. Jatuh tegangan pada line 28 sebesar 0,78 % atau 0,031 kV.
25. Suplai daya pada line 30 untuk daya aktif sebesar 0,009 MW dan tidak mempunyai daya reaktif. Sedangkan pada line 27 tidak mengalami rugi daya aktif maupun reaktif. Jatuh tegangan pada line 30 sebesar 0,02 % atau 0,0008 kV.

26. Line 29, line 31, trafo 18, dan trafo 19 tidak dialiri daya karena generator 8 dan generator 9 dalam keadaan tidak beroperasi. Hal ini terjadi karena generator 8 dan generator 9 digunakan ketika ada hal seperti mati lampu, konslet pada generator 1 dan 2, dan lain-lain.

Total rugi-rugi daya aktif pada simulasi tersebut adalah 13,2 kW. Total rugi daya reaktif sebesar 31,2 kVar. Jatuh tegangan terbesar terdapat pada trafo 14 yaitudari 98,8% ke 96,9% atau sebesar 1,90%. Sedangkan yang terkecil pada line 30, dimana dari 96,1% ke 96,0%, atau 0,02.

4. PENUTUP

Hasil simulasi diagram garis tunggal PPSDM Migas Cepu menggunakan ETAP 12.6, dapat disimpulkan bahwa : Simulasi diagram garis tunggal pada PPSDM Migas Cepu tersebut tidak ditemukan adanya jatuh tegangan yang melebihi 4% atau sesuai standard SPLN No. 72 tahun 1987 karena seluruh komponen mempunyai jatuh tegangan yang dapat ditoleransi. Total rugi-rugi daya aktif pada simulasi tersebut adalah 13,2 kW. Total rugi daya reaktif sebesar 31,2 kVar. Jatuh tegangan terbesar terdapat pada trafo 14 yaitudari 98,8% ke 96,9% atau sebesar 1,90%. Sedangkan yang terkecil pada line 30, dimana dari 96,1% ke 96,0%, atau 0,02.

DAFTAR PUSTAKA

- Khetrapal, Pavan. 2020. *Distributed Generation: A Critical Review of Technologies, Grid Integration Issues, Growth Drivers and Potential Benefits*. Institute of Technology, Nirma University, Ahmedabad, India.
- Mithulananthan. 2000. *Distribution System Voltage Regulation and Var Compensation for Different Static Load Models*. Department of Electrical and Computer Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Canada.
- Gruosso dan Maffezzoni. 2018. *Low Voltage Electrical Distribution Network Analysis under load variation*. Politecnico di Milano, DEIB.
- Hua, Shao. 2018. *Analysis on Voltage Profile of Distribution Network with Distributed Generation*. State Grid Hebei Electric Power Corporation Economic Technology Research Institute, Shijiazhuang 050021, China.
- Ahmad, Mahmud. 2011. *Analysis of Voltage Rise Effect on Distribution Network with Distributed Generation*. The University of New South Wales at the Australian Defence Force Academy, Northcott Drive, Canberra, ACT 2600, Australia.

- Kusumaningtyas, Pramesti. 2010. *Aplikasi metode newton-raphson untuk menghitung aliran beban menggunakan program matlab 7.0.1*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Sundardiyo, Said. 2009. *Studi Analisis Aliran Beban (Load Flow) Sistem Tenaga Listrik Implementasi Pada Jaringan Kelistrikan Di Unnes*. Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Kumolo, Cahyo. 2016. *Analisis aliran beban pada sistem tenaga listrik di kso pertamina ep – geo cepu indonesia distrik 1 kawengan menggunakan software etap 12.6*. PT. Prolindo Aditya Prima, Surabaya
- Budi, Oma dan Siregar Zaki. 2018. *Studi Dan Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Omazaki.com